

Prediksi Deforestasi Hutan Menggunakan Metode *Cellular Automata* di Kabupaten Bogor

Muhammad Gana Darmawan*, Irlan Fardani

Prodi Teknik Perencanaan Wilayah & Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*ganadmwn@gmail.com, irlan128@gmail.com

Abstract. Based on the data obtained, Bogor Regency is the area with the highest deforestation rate in West Java Province, in West Java forestry statistics from 2016 to 2018 the largest deforestation occurred in KPH Bogor with an area of around 7,435.77 ha. In addition, Bogor Regency is an upstream area of several watersheds in the area, and the mid-stream downstream area is an urban and even metropolitan area. The purpose of this study is to predict deforestation in Bogor Regency and compare it with the applicable RTRW. The result of this research is a deforestation-prone map, which can later be used as one of the considerations for spatial planning or forest area planning. Seeing these two problems, it is necessary to study the prediction of deforestation. Deforestation modeling can be done with the help of a geographic information system through cellular automata analysis, the main data used in this research are land use maps for 2000, 2009, and 2020, and a map of the prevailing spatial pattern of Bogor Regency. The variables used in this research are topography, distance from water, distance from road network and road network plan, distance from urban area and industrial area plan, distance from forest, and slope. The results show that Bogor Regency may experience deforestation of 15,665.79 ha, and may also experience reforestation of 5,796.95 ha. When compared with the spatial pattern plan, the forest according to the plan is 40,065.54 ha and the forest area based on the spatial pattern is 84,674.46 ha, the difference is around 44,608.92 ha.

Keywords: *Deforestation, Cellular Automata, Bogor Regency.*

Abstrak. Berdasarkan data yang didapatkan, Kabupaten Bogor merupakan wilayah dengan laju deforestasi tertinggi di Provinsi Jawa Barat, pada data statistik kehutanan Jawa Barat tahun 2016 sampai tahun 2018 deforestasi terbesar terjadi di KPH Bogor dengan luas sekitar 7.435,77 ha. Selain itu, Kabupaten Bogor merupakan daerah hulu dari beberapa DAS yang ada di wilayah tersebut, dan mid-stream maupun daerah hilir-nya merupakan wilayah perkotaan dan bahkan metropolitan, tidak jarang Kabupaten bogor dijadikan kambing hitam atas banjir yang terjadi di wilayah D.K.I Jakarta dan sekitarnya. Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi deforestasi di Kabupaten Bogor dan membandingkannya dengan RTRW yang berlaku. Hasil dari penelitian ini yaitu peta rawan deforestasi, yang nantinya dapat dijadikan salah satu bahan pertimbangan rencana tata ruang wilayah ataupun perencanaan kawasan hutan. Melihat kedua permasalahan tersebut, maka perlu adanya kajian mengenai prediksi deforestasi. Pemodelan deforestasi dapat dilakukan dengan bantuan sistem informasi geografis melalui analisis cellular automata, data utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peta penggunaan lahan tahun 2000, 2009, dan 2020, dan peta pola ruang Kabupaten Bogor yang berlaku. Variabel yang digunakan pada penelitian kali ini adalah topografi, jarak dari perairan, jarak dari jaringan jalan dan rencana jaringan jalan, jarak dari daerah urban dan rencana kawasan industri, jarak dari hutan, dan keterenggan. Hasil menunjukkan bahwa Kabupaten Bogor berpotensi mengalami deforestasi seluas 15.665,79 ha, dan juga berpotensi mengalami reforestasi seluas 5.796,95 ha. Apabila dibandingkan dengan rencana pola ruang, hutan yang sesuai dengan rencana seluas 40.065,54 ha dan luas hutan berdasarkan pola ruang seluas 84.674,46 ha, maka selisihnya sekitar 44.608,92 ha.

Kata Kunci: *Deforestasi, Cellular Automata, Kabupaten Bogor.*

A. Pendahuluan

Ruang merupakan wadah yang mencakup ruang darat, ruang laut, dan ruang udara, termasuk ruang di dalam bumi sebagai sebuah kesatuan wilayah, tempat manusia dan makhluk lain hidup, melakukan kegiatan, serta memelihara kelangsungan hidup. Mengingat bahwa eksistensi ruang yang terbatas dan juga pemahaman masyarakat yang berkembang, maka diperlukannya penataan ruang agar terwujudnya ruang yang aman, nyaman, produktif, serta berkelanjutan.

Menurut Yudarti dkk (1), penambahan populasi penduduk memiliki konsekuensi terhadap perkembangan ekonomi yang menuntut kebutuhan lahan untuk industri, permukiman, infrastruktur, maupun jasa. Pada umumnya, hutan akan menjadi korban pemanfaatan lahan karena adanya anggapan bahwa hutan tidak termasuk dalam mekanisme ekonomi dan memiliki nilai pasar yang rendah. Hal tersebut sesuai dengan teori sewa lahan (*land rent*) yang dikemukakan oleh David Ricardo dan Von Thunen. Model klasik dari alokasi lahan adalah model Ricardo, menurut model ini alokasi lahan akan mengarah pada penggunaan yang menghasilkan surplus ekonomi (*land rent*) yang lebih tinggi, dan tergantung pada derajat kualitas lahan yang ditentukan oleh kesuburannya (2). Dengan begitu maka dapat dikatakan bahwa penambahan populasi penduduk akan meningkatkan potensi deforestasi.

Menurut Versha (3), deforestasi merupakan salah satu kegiatan yang berkontribusi terhadap pemanasan global-tropis dengan rekening deforestasi 20 persen dari semua gas rumah kaca, dan memiliki dampak signifikan pada perekonomian global. Sementara itu manfaat ekonomi dari kegiatan tersebut hanya dapat dirasakan oleh segelintir orang dan juga keuntungan ekonominya juga hanya dalam jangka pendek serta tidak dapat mengimbangi kerugian lingkungan dan ekonomi dalam jangka panjang. Maka dari itu diperlukan perencanaan, terutama perencanaan kawasan hutan. Hal ini dilakukan untuk mempertahankan kawasan hutan eksisting dan memenuhi kebutuhan luas hutan di kawasan tersebut.

Berdasarkan data perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000 ke 2009 menunjukkan bahwa luas lahan hutan berkurang sekitar 15,15 juta ha. Sementara di Pulau Jawa terjadi deforestasi sekitar 1,38 juta ha, dan hampir 50 persen deforestasi yang terjadi di Pulau Jawa terjadi di Provinsi Jawa Barat dengan luas sekitar 596.743,40 ha. Lalu berdasarkan data statistik kehutanan Jawa Barat tahun 2016 sampai 2018 dapat diketahui bahwa wilayah yang mengalami deforestasi yaitu KPH Bogor dengan luas kerusakan mencapai 7.435,77 ha.

Mengingat KPH Bogor merupakan kawasan hutan yang mengalami deforestasi paling tinggi di Jawa Barat dan belum adanya perhitungan prediksi deforestasi di Kabupaten Bogor. Maka perlu adanya kajian mengenai prediksi deforestasi. Penelitian ini dilakukan karena deforestasi menimbulkan berbagai kemungkinan kerugian, yang terkadang tidak dapat terukur. Banyak diantaranya bersifat global, seperti berkurangnya penyerapan karbon dan gas rumah kaca (4). Dikarenakan adanya ketimpangan antara untung dan rugi, maka diperlukan upaya untuk meminimalkan kemungkinan deforestasi. Penelitian ini merupakan salah satu upaya untuk meminimalkan kemungkinan deforestasi.

Selain itu, Kota Bogor dan Kabupaten Bogor merupakan daerah yang merupakan bagian hulu dari beberapa DAS di wilayah tersebut, dan bagian *mid stream* dan hilirnya merupakan daerah perkotaan bahkan metropolitan, yang notabene-nya merupakan daerah yang memiliki ruang hijau yang sedikit. Tidak jarang wilayah bogor dijadikan kambing hitam atas terjadinya banjir di wilayah D.K.I Jakarta (5–7). Maka dari itu perlu adanya prediksi deforestasi ini. Pemodelan deforestasi dapat dilakukan dengan bantuan sistem informasi geografis melalui analisis *cellular automata*.

Cellular automata merupakan model yang bisa dikatakan memiliki sifat yang dinamis, dimana mengintegrasikan dimensi ruang serta waktu (8). Model *cellular automata* sendiri telah banyak diaplikasikan kedalam bermacam bidang ilmu kebumihantanan entah itu untuk mengkaji perubahan penggunaan lahan dan prediksi arahan perubahan dari penggunaan lahan itu sendiri pada masa yang akan datang (9).

Di antara semua model pertumbuhan perkotaan, model *cellular automata* memiliki kinerja yang lebih baik dalam mensimulasikan pengembangan perkotaan daripada model matematika konvensional (10). *Cellular automata* ialah suatu alat berbasis data raster yang bisa digunakan secara efisien guna pemodelan kota dan transformasi tata guna lahan. Model ini

menggunakan pendekatan *bottom-up*, dimana interaksi lokal maupun *neighbourhood* dapat meningkatkan formasi pola-pola global yang kompleks. Biasanya model ini digunakan untuk memprediksi bidang tanah sebagaimana yang dikatakan oleh (11). Pada simulasi *cellular automata*, pengulangan yang berlangsung mempunyai dampak pada hasil dari pengulangan yang berhubungan. Pola-pola yang kompleks sanggup dibangun setelah banyak pengulangan-pengulangan pada simulasi (12)

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapa besar deforestasi yang akan terjadi apabila menggunakan metode *cellular automata* Markov?
2. Apakah luas hutan hasil prediksi sesuai dengan luas pada RTRW?
Meninjau dari rumusan masalah, maka tujuan studi ini adalah:
 1. Mengidentifikasi potensi deforestasi yang akan terjadi di Kabupaten Bogor.
 2. Membandingkan sebaran dan luasan hutan antara hasil prediksi dengan RTRW.

B. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode untuk memprediksi perubahan lahan dan *overlay* peta. Metode yang digunakan untuk memprediksi perubahan lahan adalah *Markov Cellular Automata*. Sedangkan pada metode kedua, data yang digunakan adalah hasil prediksi tutupan lahan dan rencana pola ruang. Kedua analisis menggunakan alat bantu perangkat lunak yaitu ArcGIS dan Terrset. Bagan alir analisis pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan terlebih dahulu persiapan dan studi literatur, hal ini dimaksudkan agar penulis mengetahui tentang teori maupun konsep tentang penelitian kali ini. Lalu berdasarkan apa yang telah dipahami, data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu peta penggunaan lahan tahun 2000, 2009 dan 2020, citra satelit tahun 2000, 2009 dan 2020, dan peta maupun dokumen RTRW Kabupaten Bogor yang berlaku.

Peta penggunaan lahan dibutuhkan untuk melihat tren perubahan lahan Kabupaten Bogor. Sedangkan citra satelit digunakan untuk mengoreksi peta penggunaan lahan, hal ini dilakukan agar tingkat akurasi dari data tersebut dapat dipertanggungjawabkan. Lalu peta RTRW digunakan untuk membandingkan hasil prediksi dengan rencana tata ruang yang berlaku.

Apabila beberapa data tersebut telah didapatkan, tahapan pertama yang dilakukan yaitu koreksi peta penggunaan lahan, seperti yang telah dikatakan diatas tahapan tersebut dilakukan ditujukan agar data yang digunakan dapat dipertanggungjawabkan. Tahapan ini dilakukan dengan cara membandingkan SHP penggunaan lahan setiap tahunnya dengan citra satelit di tahun yang sama dengan SHP tersebut.

Tahapan kedua yaitu validasi peta penggunaan lahan, dilakukan dengan cara membandingkan SHP hasil koreksi dengan citra yang lebih detail. Dalam kasus kali ini, citra yang digunakan adalah citra dari *google earth pro*. Tetapi karena pada aplikasi tersebut citra yang detail hanya ada pada tahun 2009 dan 2020, maka proses validasi hanya dilakukan di kedua tahun tersebut.

Tahapan ketiga yaitu tahapan prediksi penggunaan lahan, dan data utama yang dibutuhkan adalah peta penggunaan lahan tahun 2000 dan 2009. Kedua data tersebut digunakan dan diproses dalam aplikasi Terrset untuk dapat melihat tren perubahan lahan dari tahun 2000 ke 2009. Tetapi dalam tahapan tersebut dibutuhkan beberapa data pendorong (parameter), dan parameter yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu peta topografi, peta jarak dari hutan, peta jarak dari jaringan jalan dan rencana jaringan jalan, peta jarak dari daerah urban dan rencana kawasan industri, peta jarak dari perairan, dan peta kelerengan.

Tetapi sebelum beberapa data tersebut dijadikan sebagai faktor pendorong, sebelumnya dilakukan terlebih dahulu uji *cramer's value*. Uji tersebut dimaksudkan untuk memperlihatkan apakah data-data tersebut relevan untuk digunakan atau tidak.

Apabila faktor tersebut telah dinyatakan dapat digunakan, tahapan selanjutnya adalah proses prediksi penggunaan lahan. *Output* pertama yang dibutuhkan yaitu prediksi penggunaan

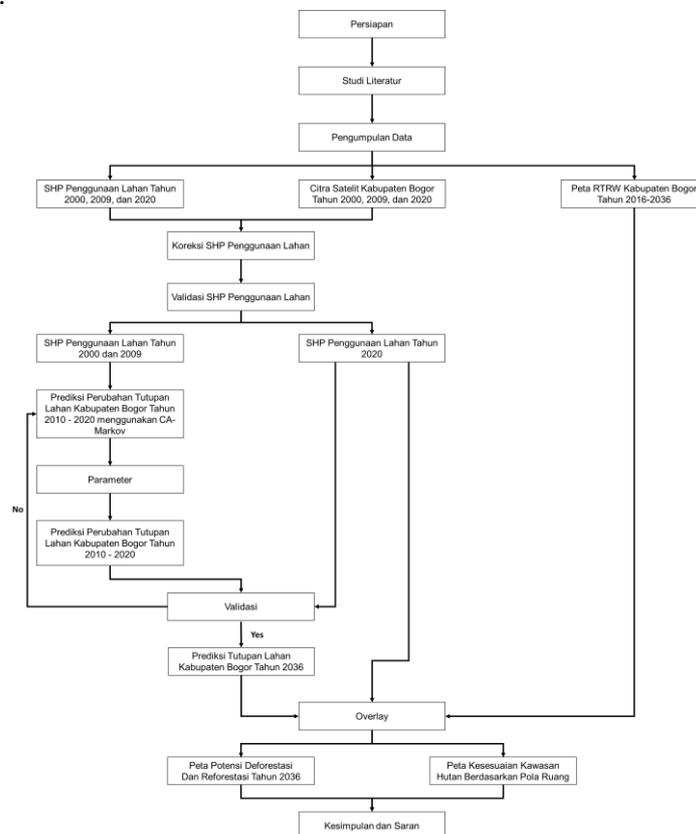
lahan tahun 2020, dimana apabila data tersebut telah didapatkan, tahapan selanjutnya merupakan uji nilai kappa.

Uji nilai kappa dilakukan dengan cara membandingkan peta penggunaan hasil prediksi dan peta penggunaan lahan tahun 2020 sebenarnya, tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengetahui tingkat akurasi dan validitas dari peta hasil prediksi. Proses ini membandingkan luas dan juga persebaran penggunaan lahan dari kedua peta tersebut. Bila dari hasil uji kappa peta prediksi perubahan penggunaan lahan tahun 2020 dinyatakan valid, maka proses selanjutnya yaitu memprediksi perubahan penggunaan lahan dari tahun 2020 ke 2036. Alasan tahun 2036 digunakan sebagai tahun terakhir dikarenakan rencana tata ruang Kabupaten Bogor yang berlaku berdasarkan perda adalah dari tahun 2016 ke 2036. Apabila prediksi penggunaan lahan tahun 2036 telah didapatkan, tahapan selanjutnya yaitu *overlay* peta.

Tahapan *overlay* merupakan tahapan terakhir dalam penelitian kali ini. Peta yang di *overlay* antara lain peta hasil prediksi perubahan penggunaan lahan tahun 2036 dan peta RTRW Kabupaten Bogor tahun 2016-2036. Tahapan ini bermaksud untuk melihat secara spasial terkait wilayah-wilayah yang berpotensi tidak sesuai rencana tata ruang, terutama yang terkait tentang potensi deforestasi di Kabupaten Bogor dari tahun 2020 ke 2036.

Untuk metode pengumpulan data yang dilakukan adalah metode sekunder, dimana data-data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang didapatkan dari internet/sumber sekunder lainnya, dan data yang digunakan antara lain:

1. Peta/SHP Penggunaan Lahan tahun 2000, 2009 dan 2020, peta-peta tersebut didapatkan dari *website GIS* Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
2. Citra Satelit tahun 2000, 2009 dan 2020, ketigan citra tersebut didapatkan dari *website USGS* dan aplikasi *google earth pro*.
3. Peta dan dokumen RTRW Kabupaten Bogor tahun 2016-2036, didapatkan dari BAPPEDA Kabupaten Bogor.
4. Peta fisik dasar, didapatkan dari BAPPEDA Kabupaten Bogor dan/atau *website* tanah air indonesia.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Koreksi dan Validasi Penggunaan Lahan

Pada hasil koreksi tahun 2000, data yang digunakan adalah citra landsat 7. Berdasarkan hasil koreksi tahun 2000, Kabupaten Bogor di dominasi dengan penggunaan lahan kebun/campuran dengan luas sekitar 218.760,72 ha atau 73,06 persen dari luas total. Sedangkan tutupan lahan dengan luas paling sedikit adalah perairan, dengan luas sekitar 968,93 ha atau 0,32 persen.

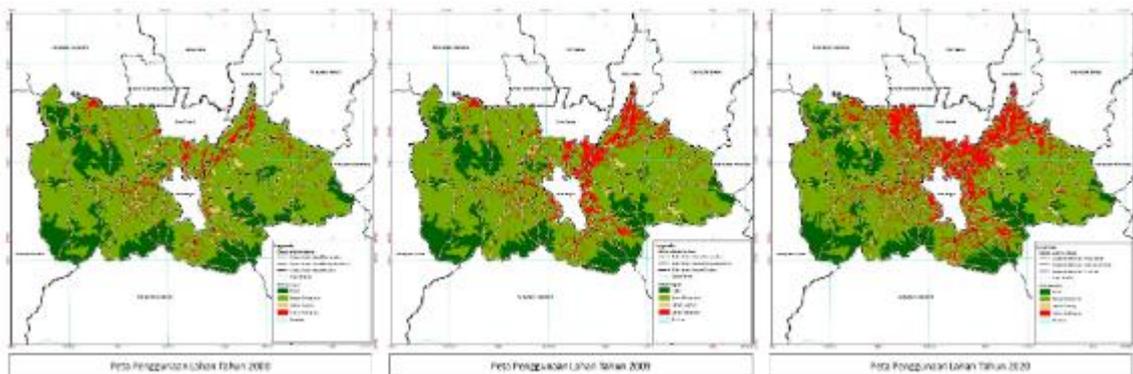
Untuk hasil koreksi tahun 2009, penggunaan lahan yang mendominasi masih kebun/campuran dengan luas 208.043,63 ha atau sekitar 69,48 persen dari luas total. Apabila dibandingkan tahun 2000 kelas penggunaan lahan yang menurun signifikan adalah kebun/campuran sekitar 10.718,09 ha, dan kelas penggunaan lahan yang bertambah signifikan adalah lahan terbangun dengan pertambahan seluas 13.798,28 ha. Dari hasil validasi yang dilakukan, terdapat 12 titik yang sesuai dari 15 titik sampel, atau apabila di konversi menjadi persentase sekitar 80 persen.

Sama seperti pada tahun 2000 dan 2009, dari hasil koreksi penggunaan lahan di Kabupaten Bogor masih didominasi oleh kelas kebun/campuran dengan luas lahan sekitar 190.234,16 ha atau 63,53 persen dari luas total. Apabila dibandingkan dengan tahun 2009, pengurangan luas lahan tertinggi terjadi di kelas kebun/campuran dengan luas pengurangan sekitar 17.808,47 ha, sementara untuk kelas yang mengalami penambahan terbesar adalah lahan terbangun dengan penambahan sekitar 21.419,91 ha. Untuk hasil validasi tutupan lahan yang telah dilakukan pada tahun 2020, hanya terdapat satu titik yang tidak sesuai dari 15 titik sampel. Apabila dipersenkan, nilai yang didapat sekitar 93,3 persen.

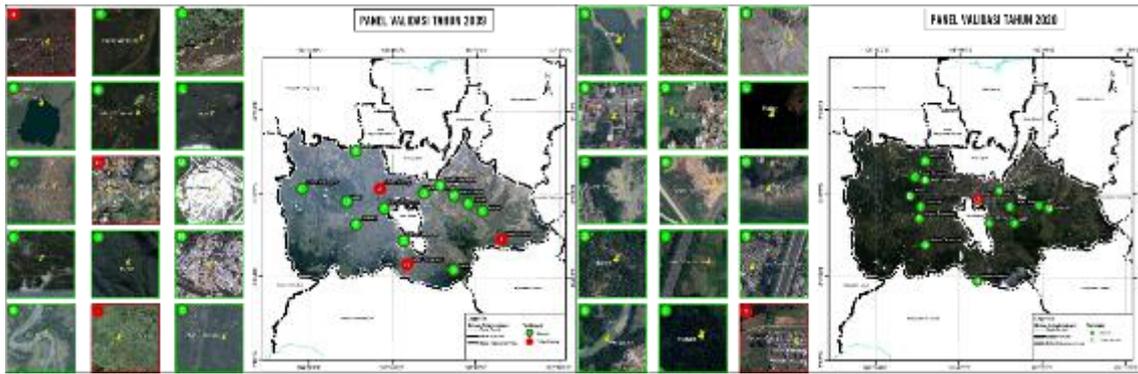
Tabel 1. Hasil Koreksi Penggunaan Lahan Tahun 2000, 2009, dan 2020

No	Kelas	2000		2009		2020	
		Luas (ha)	Proporsi (%)	Luas (ha)	Proporsi (%)	Luas (ha)	Proporsi (%)
1	Perairan	968,93	0,32	968,93	0,32	1,090,11	0,36
2	Hutan	63.669,90	21,26	60,812,73	20,31	56,827,70	18,98
3	Kebun/Campuran	218.760,72	73,06	208,042,63	69,48	190,234,16	63,53
4	Lahan Kosong	2.537,28	0,85	2,314,26	0,77	2,566,67	0,86
5	Lahan Terbangun	13.494,14	4,51	27,292,41	9,11	48,712,32	16,27
Jumlah		299.430,96	100,00	299,430,96	100	299,430,96	100

Sumber: Hasil Analisis, 2020.



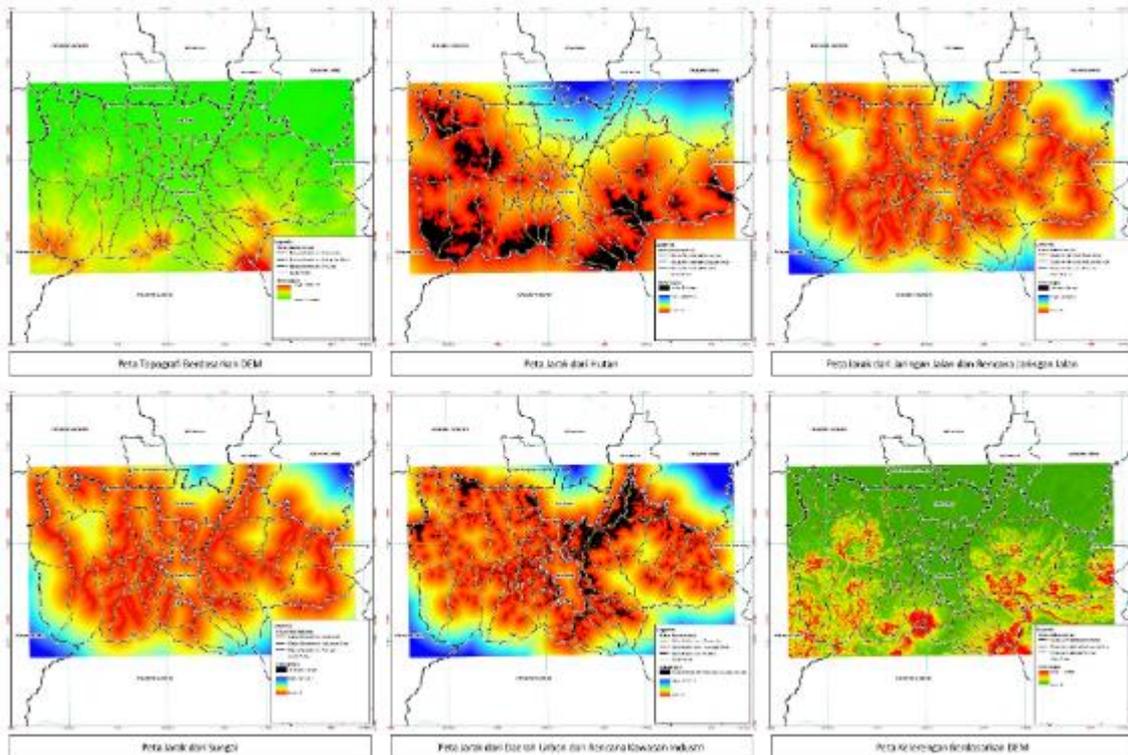
Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan Hasil Validasi 2000, 2009, dan 2020



Gambar 3. Panel Validasi Tahun 2009 dan 2020

Parameter yang Digunakan

Tahapan selanjutnya adalah memprediksi perubahan lahan di Kabupaten Bogor berdasarkan *trend* perubahan lahan, yang dimana membutuhkan data dasar berupa peta penggunaan lahan di Kabupaten Bogor tahun 2000, 2009, dan 2020. Selain data dasar, dibutuhkan juga data pendorong antara lain peta ketinggian, peta jarak dari hutan, peta jarak dari sungai, peta jarak dari jalan dan rencana jalan, peta jarak dari daerah perkotaan dan daerah industri, dan peta kemiringan. Keluaran dari tahapan ini yaitu peta prediksi deforestasi di Kabupaten Bogor pada tahun 2036.



Gambar 4. Parameter yang Digunakan

Prediksi Penggunaan Lahan Kabupaten Tahun 2020 dan Uji Indeks Kappa

Validasi data pada proses ini menggunakan uji indeks kappa, yang apabila hasil uji menghasilkan angka lebih dari 0,6 maka dapat dikatakan hasil peta hasil prediksi valid, dan dapat dilanjutkan untuk memprediksi penggunaan lahan ke tahun 2036. Dari hasil uji, hasil prediksi penggunaan lahan Kabupaten Bogor tahun 2020 pada penelitian ini memiliki nilai sebesar 0,8301 yang berarti variabel yang digunakan cukup berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan, dan prediksi dapat dilanjutkan ke tahun 2036. Untuk perbandingan luas

antara hasil prediksi dan eksisting 2020 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Luas Penggunaan Lahan Prediksi dan Eksisting 2020

2020 Eksisting				2020 Prediksi		
No	Kelas	Luas (ha)	Proporsi (%)	Kelas	Luas (ha)	Proporsi (%)
1	Perairan	1.090,11	0,36	Perairan	962,16	0,32
2	Hutan	56.827,70	18,98	Hutan	54.639,84	18,25
3	Kebun Campuran	190.234,16	63,53	Kebun Campuran	199.055,48	66,48
4	Lahan Kosong	2.566,67	0,86	Lahan Kosong	2.333,19	0,78
5	Lahan Terbangun	48.712,32	16,27	Lahan Terbangun	42.437,97	14,17
Jumlah		299.430,96	100,00	Jumlah	299.428,64	100,00

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

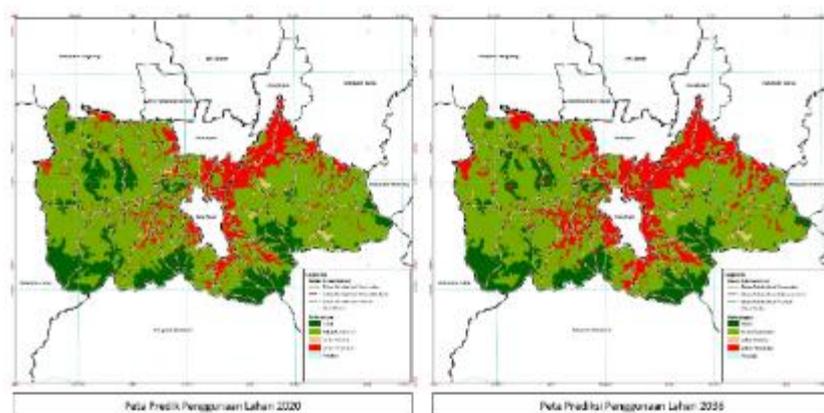
Prediksi Penggunaan Lahan Kabupaten Bogor Tahun 2036

Berdasarkan hasil prediksi yang telah dilakukan, kelas penggunaan lahan yang paling dominan di Kabupaten Bogor pada tahun 2036 adalah kebun campuran dengan luas lahan 186.138,44 ha atau sekitar 62,16 persen dari luas total Kabupaten Bogor. Sedangkan kelas yang dominan kedua adalah lahan terbangun, dengan luas 62.978,42 ha atau 21,03 persen. Untuk peta prediksi penggunaan lahan Kabupaten Bogor dapat dilihat pada gambar 5. Sementara untuk tabulasinya dapat dilihat sebagai berikut ini.

Tabel 3. Luas Penggunaan Lahan Prediksi 2036

No	Kelas	Luas (ha)	Proporsi (%)
1	Perairan	961,78	0,32
2	Hutan	46.955,45	15,68
3	Kebun Campuran	186.138,44	62,16
4	Lahan Kosong	2.394,27	0,80
5	Lahan Terbangun	62.978,42	21,03
Jumlah		299.428,35	100,00

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 5. Peta Prediksi Penggunaan Lahan 2020 dan 2036

Prediksi Deforestasi

Pada analisis ini berfokus pada perbandingan lahan hutan tahun 2020 dan prediksi tahun 2036. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, Kabupaten Bogor berpotensi mengalami deforestasi seluas 15.665,79 ha, dengan Kecamatan yang mengalami deforestasi tertinggi adalah Kecamatan Cigudeg dengan luas deforestasi 3.145,82 ha. Tetapi selain berpotensi mengalami

deforestasi, Kabupaten Bogor juga berpotensi mengalami reforestasi atau penghijauan hutan seluas 5.796,95 ha. Untuk peta persebaran potensi deforestasi dan reforestasi dapat dilihat pada gambar 6. Sedangkan untuk luasan lebih jelasnya dapat dilihat pada beberapa tabel dibawah.

Tabel 4. Perbandingan Luas Penggunaan Lahan 2020 dan 2036

No	Kelas	2020 (ha)	2020 (%)	2036 (ha)	2036 (%)
1	Perairan	1.090,11	0,36	961,78	0,32
2	Hutan	56.827,70	18,98	46.955,45	15,68
3	Kebun Campuran	190.234,16	63,53	186.138,44	62,16
4	Lahan Kosong	2.566,67	0,86	2.394,27	0,80
5	Lahan Terbangun	48.712,32	16,27	62.978,42	21,03
Jumlah		299.430,96	100,00	299.428,35	100,00

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel 5. Luas Reforestasi dan Deforestasi Lahan 2020 dan 2036

No	Keterangan	Luas (ha)	Proporsi (%)
1	Kawasan Hutan	41.142,82	13,75
2	Non Hutan	236.693,19	79,08
3	Deforestasi	15.665,79	5,23
4	Reforestasi	5.796,95	1,94
Jumlah		299.298,75	100,00

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Perbandingan Hasil Prediksi dan Pola Ruang

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, Kabupaten Bogor pada tahun 2036 hanya akan memiliki hutan seluas 46.955,45 ha, yang dimana 40.065,54 ha merupakan kawasan hutan yang sesuai dengan rencana tata ruang, sementara 6.874,23 ha adalah kawasan hutan yang berdiri diatas kawasan non hutan. Apabila merujuk pada rencana tata ruang seharusnya Kabupaten Bogor memiliki hutan seluas 84.674,46 ha. Berarti berdasarkan analisis ini, Kabupaten Bogor hanya dapat merealisasikan hutan sekitar 55,44 persen dari luas kawasan hutan yang telah direncanakan. Tetapi dikarenakan terdapat sekitar 6.874,23 ha hutan berdiri diatas kawasan non nutan, berarti terdapat sekitar 44.608,92 ha kawasan hutan yang tidak terealisasi dari rencana tata ruang.

Maka dari itu, berdasarkan penelitian ini dapat diusulkan 6.874,23 ha kawasan hutan yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang tersebut dapat mengisi kekurangan dari kebutuhan luas hutan di tahun 2036 yang awalnya sekitar 44.608,92 ha menjadi 37.734,69 ha. Dengan persyaratan bahwa peralihan rencana tersebut hanya untuk perwujudan kawasan hutan produksi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada beberapa tabel dibawah, dan untuk peta kesesuaian kawasan hutan berdasarkan rencana pola ruang dapat dilihat pada gambar 6.

Tabel 6. Perbandingan Kawasan Hutan Terealisasi dan Tidak

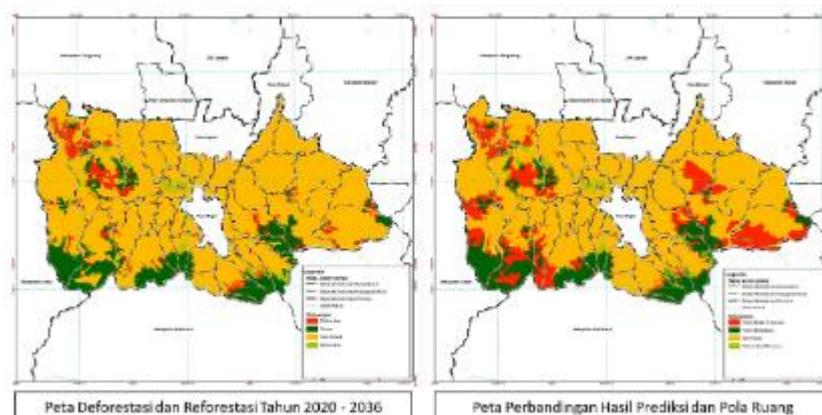
No	Keterangan	Luas (ha)	Proporsi (%)
1	Hutan Tidak Terealisasi	44.608,92	14,90
2	Hutan Terealisasi	40.065,54	13,39
3	Non Hutan	207.750,12	69,41
4	Hutan diluar Rencana	6.874,23	2,30
Jumlah		299.298,81	100,00

Sumber: Hasil Analisis, 2021.

Tabel 7. Perbandingan Kawasan Hutan Prediksi dan Rencana

Keterangan	Luas (ha)	Proporsi (%)
Kawasan Hutan Rencana	84.674,46	28,29
Kawasan Hutan Prediksi	46.955,45	15,69
Perbedaan Hasil Prediksi dan Rencana	37.734,69	12,61

Sumber: Hasil Analisis, 2021.



Gambar 6. Peta Deforestasi dan Reforestasi Tahun 2020-2036 dan Peta Perbandingan Hasil Prediksi dan Pola Ruang

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Hasil nilai uji kappa yang diperoleh nilai lebih dari 0,6, yaitu sebesar 0,8301 yang berarti nilai tersebut termasuk kedalam kategori sangat baik. Oleh karena itu tahapan analisis dapat dilanjutkan ke tahun 2036.
2. Kabupaten Bogor berpotensi mengalami deforestasi seluas 15.665,79 ha dari tahun 2020 ke tahun 2036, dengan Kecamatan yang mengalami deforestasi tertinggi adalah Kecamatan Cigudeg dengan luas deforestasi 3.145,82 ha atau sekitar 20,08 persen dari total deforestasi yang terjadi. Dapat diketahui juga bahwa Kabupaten Bogor hanya akan memiliki hutan seluas 46.955,45 ha pada tahun 2036.
3. Selain berpotensi mengalami Deforestasi, Kabupaten Bogor juga berpotensi mengalami reforestasi atau penghijauan hutan seluas 5.796,95 ha.
4. Apabila hasil prediksi dibandingkan dengan rencana pola ruang, dapat diketahui bahwa hutan yang sesuai rencana pola ruang akan seluas 40.065,54 ha, dan sekitar 6.874,23 ha merupakan kawasan hutan diluar rencana pola ruang.

Acknowledge

1) Terima kasih kepada teman-teman yang telah memberikan masukan, ide dan saran kepada penulis. (2) Terima kasih juga kepada orang tua dari penulis yang telah mendukung selama ini, dan (3) terima kasih kepada para dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat sehingga kita dapat menulis karya ini.

Daftar Pustaka

- [1] Yudarwati R, Sitorus SR., Munibah K. Arahan Pengendalian Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Markov - Cellular Automata Di Kabupaten Cianjur. *Tataloka*. 2017;18(4):211.
- [2] Gebang B, Kamilah A. Kamilah-Analisis Alih Fungsi Lahan Pertanian. 2013;5(1):36–49.
- [3] Yunita V. Sebab Dan Akibat Deforestasi [Internet]. [cited 2021 Dec 29]. Available from: <https://environment-indonesia.com/sebab-dan-akibat-deforestasi/>

- [4] Runyan C, Dodorico P. Economic Impacts and Drivers of Deforestation. *Glob Deforestation*. 2016;145–72.
- [5] Astyawan PR. Wilayah Hulu Bogor Kerap Jadi Tertuduh Tiap Jakarta Banjir, Ini Jawaban Top Bima Arya [Internet]. 2021 [cited 2022 Jan 1]. Available from: <https://metro.sindonews.com/read/342138/170/wilayah-hulu-bogor-kerap-jadi-tertuduh-tiap-jakarta-banjir-ini-jawaban-top-bima-arya-1613898127>
- [6] Marison W, Muryono S. Banjir di Jakarta Barat akibat kiriman dari Bogor - ANTARA News [Internet]. 2021 [cited 2022 Jan 5]. Available from: <https://www.antaranews.com/berita/2510777/banjir-di-jakarta-barat-akibat-kiriman-dari-bogor>
- [7] Prihanto DA. Depok Dilanda Banjir Kiriman dari Bogor [Internet]. 2021 [cited 2022 Jan 5]. Available from: <https://www.liputan6.com/news/read/4559105/depok-dilanda-banjir-kiriman-dari-bogor>
- [8] Singh AK. Modelling Land Use Land Cover Changes Using Cellular Automata in a Geo-Spatial Environment. *Geo-Information Sci*. 2003;
- [9] Jauzi FA, Chofyan I, Fardani I, Perencanaan P, Teknik F, Islam U. Prediksi Spasial Tutupan Lahan Kota Cirebon dengan Menggunakan Model Cellular Automata Markov. 2020;206–19.
- [10] Abutaleb K, Ahmed F. Modeling of urban change using remote sensing data and cellular automata technique. *Arab J Geosci* [Internet]. 2016;9(15):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-016-2696-z>
- [11] Wu F, Webster CJ. Simulating artificial cities in a GIS environment: Urban growth under alternative regulation regimes. *Int J Geogr Inf Sci*. 2000;14(7):625–48.
- [12] T. Vera Damayanti Peruge, S. Arief et al. Model perubahan penggunaan lahan menggunakan. 2013;7.
- [13] Aztamurri, Fadhillah Ihsani. 2021. Identifikasi Ekosistem Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) sebagai Pendukung Desa Wisata Rawabogo, Kecamatan Ciwidey, Kabupaten Bandung. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Islam Bandung*. Volume 1, nomor 2, Tahun 2021.